

## Bibliography

### DWPI Title

Transmission power control method for spread spectrum communication system using station having correspondence with power control signal from each terminal equipment to control power of transmitted signal to each terminal equipment

### Original Title

SPREAD SPECTRUM COMMUNICATION SYSTEM AND TRANSMISSION POWER CONTROL METHOD

### Assignee/Applicant

Standardized: HITACHI LTD

Original: HITACHI LTD

### Inventor

YANO TAKASHI ; DOI NOBUKAZU

### Publication Date (Kind Code)

1995-02-07 (A)

### Application Number / Date

JP1993182464A / 1993-07-23

### Priority Number / Date / Country

JP1993182464A / 1993-07-23 / JP

US1995375679A / 1995-01-20 / US

## Abstract

**PURPOSE:** To attain the communication with a base station by each terminal equipment at a high S/N by allowing a base station to allocate at least one of orthogonal code series for spread spectrum as a code exclusive for power control.

**CONSTITUTION:** A reception signal subjected to 1st order inverse spread at a multiplier 304 is inputted to multipliers 313, 310. A signal inputted to the multiplier 303 receives 2nd order inverse spread by an orthogonal code  $W_0$  generated from an orthogonal code generator 306. The signal inversely spread is inputted to an accumulator 314 and a pilot signal is demodulated through accumulation. The pilot signal is squared by a square device 315 and the result is inputted to an S/N measurement circuit 316. On the other hand, the reception signal inputted to the multiplier 310 is subjected to secondary inverse spread by an orthogonal code  $W_N$  exclusively for S/N measurement and accumulated for a predetermined period by the accumulator 311. The output of the multiplier 311 is accumulated for a predetermined period by the accumulator 311 and squared by a square device 312, the result is inputted to an S/N measurement circuit 316, from which the signal representing S/N is obtained.



#### 【特許請求の範囲】

【請求項1】基地局と端末装置との間でスペクトル拡散方式による通信を行なうスペクトル拡散通信システムにおいて、上記基地局が、互いに直交する複数の直交符号のうちの特定の直交符号を制御用に割当て、上記特定の直交符号を除く残りの直交符号によって信号の拡散変調を行ない、各端末装置が、受信信号を上記特定の直交符号による逆拡散処理によって求めた雑音成分の値と、受信信号を他の何れかの直交符号による逆拡散処理によって求めた信号成分の値とから $S/N$ を測定し、該測定結果に応じた電力制御信号を基地局に送信し、上記基地局が、各端末装置から受信した電力制御信号に応じて各端末装置に対する送信信号の電力を制御するようにしたこととを特徴とするスペクトル拡散通信システムにおける送信電力制御方法。

【請求項2】前記各端末装置が、自端末宛に割り当てられた固有の直交符号で受信信号を逆拡散処理することによって、前記 $S/N$ 測定のための信号成分の値を求めることを特徴とする請求項1に記載のスペクトル拡散通信システムにおける送信電力制御方法。

【請求項3】前記各端末装置が、パイロット信号用に割り当てられた直交符号で受信信号を逆拡散処理することによって、前記 $S/N$ 測定のための信号成分の値を求めることを特徴とする請求項1に記載のスペクトル拡散通信システムにおける送信電力制御方法。

【請求項4】前記各端末装置が、自端末宛に割り当てられた固有の直交符号、またはパイロット信号用に割り当てられた直交符号で受信信号を逆拡散処理することによって、前記 $S/N$ 測定のための信号成分の値を求め、測定された $S/N$ の値を示す情報を前記電力制御信号として基地局に送信することとを特徴とする請求項1に記載のスペクトル拡散通信システムにおける送信電力制御方法。

【請求項5】前記各端末装置が、自端末宛に割り当てられた固有の直交符号、またはパイロット信号用に割り当てられた直交符号で受信信号を逆拡散処理することによって、前記 $S/N$ 測定のための信号成分の値を求め、測定された $S/N$ の値と予め指定された $S/N$ 値との差を示す情報を前記電力制御信号として基地局に送信することとを特徴とする請求項1に記載のスペクトル拡散通信システムにおける送信電力制御方法。

【請求項6】前記基地局が、前記各端末装置から受信した電力制御信号に応答して、各端末装置の $S/N$ 値が略同一となるように各端末装置宛の送信信号の電力を制御することとを特徴とする請求項1～請求項5の何れかに記載のスペクトル拡散通信システムにおける送信電力制御方法。

【請求項7】前記基地局が、前記各端末装置から受信した電力制御信号に応答して、各端末装置の $S/N$ を一定に保つように各端末装置宛の送信信号の電力を制御する

ことを特徴とする請求項1～請求項5の何れかに記載のスペクトル拡散通信システムにおける送信電力制御方法。

【請求項8】前記基地局が、前記各端末装置から受信した電力制御信号に応答して、複数の端末装置宛の送信信号の電力の総和が減少するように、各端末装置宛の送信信号の電力を制御することとを特徴とする請求項1～請求項5の何れかに記載のスペクトル拡散通信システムにおける送信電力制御方法。

【請求項9】前記基地局が、各端末装置宛の送信信号の電力に所定の下限値を設け、端末装置から受信した電力制御信号に基づいて決定した送信電力が上記下限値以下になった場合は、該端末装置に対して上記下限値の電力で信号を送信することとを特徴とする請求項6～請求項8の何れかに記載のスペクトル拡散通信システムにおける送信電力制御方法。

【請求項10】基地局との間でスペクトル拡散方式による通信を行なう移動端末装置において、受信信号を予め決められた特定の直交符号で逆拡散処理することによって求めた雑音成分の値と、受信信号を上記特定の直交符号以外の何れかの直交符号による逆拡散処理によって求めた信号成分の値とから $S/N$ 値を測定するための手段と、上記測定結果に応じた電力制御信号を基地局に送信するための手段とを備えたことを特徴とする移動端末装置。

【請求項11】前記 $S/N$ 測定手段が、自端末宛に通信用として割り当てられた固有の直交符号で受信信号を逆拡散処理することによって、前記信号成分の値を求めることを特徴とする請求項10に記載の移動端末装置。

【請求項12】前記 $S/N$ 測定手段が、パイロット信号用に割り当てられた直交符号で受信信号を逆拡散処理することによって、前記信号成分の値を求めることを特徴とする請求項10に記載の移動端末装置。

【請求項13】前記 $S/N$ 測定手段が、自端末宛に割り当てられた固有の直交符号、またはパイロット信号用に割り当てられた直交符号で受信信号を逆拡散処理することによって、前記 $S/N$ 測定のための信号成分の値を求め、前記送信手段が、上記測定手段で測定された $S/N$ の値を示す情報を前記電力制御信号として基地局に送信することとを特徴とする請求項10に記載の移動端末装置。

【請求項14】前記 $S/N$ 測定手段が、自端末宛に割り当てられた固有の直交符号、またはパイロット信号用に割り当てられた直交符号で受信信号を逆拡散処理することによって、前記 $S/N$ 測定のための信号成分の値を求め、前記送信手段が、上記 $S/N$ 測定手段で測定された $S/N$ の値と予め指定された $S/N$ 値との差を示す情報を前記電力制御信号として基地局に送信することとを特徴とする請求項10に記載の移動端末装置。

【請求項15】前記送信手段が、前記電力制御信号を該

端末装置に割り当てられた固有の直交信号によって拡散処理した後、基地局に送信することを特徴とする請求項 10～請求項 14 の何れかに記載の移動端末装置。

【請求項 16】 前記送信手段が、前記電力制御信号を、該端末装置からの他の送信情報と共に、前記基地局に送信することを特徴とする請求項 15 に記載の移動端末装置。

【請求項 17】 端末装置毎に固有の直交符号を割当て、各端末装置宛の送信情報の拡散処理および受信信号の逆拡散処理を上記固有の直交符号を用いて行う基地局装置と、上記基地局宛の送信情報の拡散処理および受信信号の逆拡散処理をそれぞれに固有の直交符号を用いて行ない、受信状況に応じて基地局に送信電力制御要求を行なう複数の端末装置とからなり、上記各端末装置が、予め制御用として割当てられた特定の直交符号と該特定の直交符号以外の何れかの直交符号とを用いて、上記電力制御要求のための受信状況の測定を行ない、上記基地局装置が、各端末装置からの電力制御要求に応じて、各端末装置毎の信号送信電力の制御を行なうことを特徴とするスペクトル拡散方式の通信システム。

【請求項 18】 前記各端末装置が、受信信号を上記特定の直交符号による逆拡散処理によって求めた雑音成分の値と、自端末宛に割り当てられた固有の直交符号で受信信号を逆拡散処理することによって求めた信号成分の値とから前記受信状況を測定することを特徴とする請求項 17 に記載のスペクトル拡散通信システム。

【請求項 19】 前記各端末装置が、受信信号を上記特定の直交符号による逆拡散処理によって求めた雑音成分の値と、パイロット信号用に割り当てられた直交符号で受信信号を逆拡散処理することによって求めた信号成分の値とから前記受信状況を測定することを特徴とする請求項 17 に記載のスペクトル拡散通信システム。

【請求項 20】 前記各端末装置が、受信信号を上記特定の直交符号による逆拡散処理によって求めた雑音成分の値と、自端末宛に割り当てられた固有の直交符号、またはパイロット信号用に割り当てられた直交符号で受信信号を逆拡散処理することによって求めた信号成分の値とから測定した  $S/N$  の値に基づいて、前記基地局に電力制御要求を行なうことを特徴とする請求項 17 に記載のスペクトル拡散通信システム。

【請求項 21】 前記各端末装置が、前記  $S/N$  の値と予め指定された  $S/N$  値との差に基づいて、前記基地局に電力制御要求を行なうことを特徴とする請求項 20 に記載のスペクトル拡散通信システム。

【請求項 22】 前記基地局が、前記各端末装置から受信した電力制御信号に応じて、各端末装置の  $S/N$  値が略同一となるように各端末装置宛の送信信号の電力を制御することを特徴とする請求項 17～請求項 21 の何れかに記載のスペクトル拡散通信システム。

【請求項 23】 前記基地局が、前記各端末装置から受信

した電力制御信号に応じて、各端末装置の  $S/N$  を一定に保つように各端末装置宛の送信信号の電力を制御することを特徴とする請求項 17～請求項 21 の何れかに記載のスペクトル拡散通信システム。

【請求項 24】 前記基地局が、前記各端末装置から受信した電力制御信号に応じて、複数の端末装置に対する送信電力の総和が減少するように、各端末装置宛の送信信号の電力を制御することを特徴とする請求項 17～請求項 21 の何れかに記載のスペクトル拡散通信システム。

【請求項 25】 前記基地局が、各端末装置宛の送信信号の電力に所定の下限値を設け、端末装置から受信した電力制御信号に基づいて決定した送信電力が上記下限値以下になった場合は、該端末装置に対して上記下限値の電力で信号を送信することを特徴とする請求項 22～請求項 24 の何れかに記載のスペクトル拡散通信システム。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【産業上の利用分野】 本発明は、スペクトラム拡散通信システムに関し、更に詳しくは、複数の端末装置が基地局装置と通信を同時に行うセルラ方式のスペクトラム拡散通信システム、およびそれに適用する移動端末装置ならびに送信電力制御方法に関する。

【0002】

【従来の技術】 例えば、図 10 に示すように、交換局 10 と接続された複数の基地局 100 (100-a、100-b) を分散配置して複数のセル 1 (1a、1b) を構成し、各セル内で基地局 100 と複数の移動端末 300 とが通信を行うセルラ方式のスペクトル拡散通信システムにおいて、各基地局 100 がセル内の端末に送信する信号の拡散符号として、セル内の各端末毎に固有の直交符号  $W_i$  を用いる方式が知られている。

【0003】 直交符号は、例えば図 11 に符号  $W_0$ 、 $W_1$ 、 $W_2$ 、 $W_3$  で示す如く、そのうちの任意の 2 つの符号について直交単位区間にわたって積和演算を行うと、結果が 0 となる性質をもっている。

【0004】 従って、基地局がセル内の複数の端末 300-1～300-n にそれぞれ固有の直交符号  $W_i$  ( $i=1\sim n$ ) を割当て、1 つの端末 300-i 宛に送信する信号あるいはデータをその端末の固有の直交符号  $W_i$  を用いて拡散し、上記端末 300-i が自分が割り当てられた固有の直交符号  $W_i$  を用いて受信信号を逆拡散するようにしておくと、端末 300-i 宛の送信信号と直交するセル内の他の端末宛の送信信号成分は、上記逆拡散処理の過程で完全に除去されてしまい、妨害信号として作用しなくなる。このように各基地局から移動端末への通信に直交符号による拡散を適用した通信方式としては、例えば、米国特許第 5103459 号公報に示されている。

【0005】 然るに、直交符号を用いたセルラ方式の  $S$

ベクトル拡散通信システムにおいては、各端末には、セル内の基地局から送信された信号の他に、隣接セルを形成する他の基地局からの送信信号も到達する。この場合、他の基地局からの送信信号は、セル内の基地局が送信する信号と直交関係にないため、上述したセル内で固有の直交符号 $W_i$ による逆拡散処理によって除去することができない。すなわち、各端末の受信動作において、他のセルの基地局からの送信信号が妨害要因として作用する。

【0006】図15は、各端末における上述した他の基地局からの送信信号の影響を示した図である。基地局から送信された信号の受信電力は、基地局からの距離が大きくなるに従って減衰する。従って、基地局100に近い、セル中心付近に位置した端末300aでは、セル内の基地局からの信号の受信電力 $910$ が大きく、妨害信号として作用するセル外の他の基地局からの信号の受信電力 $911$ は小さくなるため、高い $S/N$ が得られる。これに対して、セル境界付近に位置した端末300bでは、セル内の基地局からの信号の受信電力 $912$ が弱く、隣接セルからの妨害信号が上記端末300aより大きな電力 $913$ で受信されるため、結果的に $S/N$ が劣化する。

【0007】上記理由から、セルラシステムにおいては、各基地局から端末へ送信する信号を、セル中心付近に位置する端末300aに対しては小さな送信電力で、また、セル周辺に位置する端末300bに対しては大きな送信電力で出力するように、端末との位置関係によって送信電力を制御することが望まれる。このように端末の位置に応じて送信電力を変えるようにした送信電力制御方法については、例えば、文献

A. Salmassi, K. S. Gilhousen, "On the System Design Aspects of Code Division Multiple Access (CDMA) Applied to Digital Cellular and Personal Communications Network", IEEE VTS 1991, pp. 57-62

に記載されている。

【0008】上記文献に記載された制御方式では、各端末装置は、例えば、図14に示す回路構成によって受信信号の $S/N$ を測定して、送信電力の加減を要求する制御信号を基地局に送信し、基地局が、図12～図13に示す回路構成によって、上記電力制御信号に応答した送信信号電力制御動作を行なうようにしている。

【0009】基地局の受信回路部分の構成を示す図12において、アンテナ110で受信された各端末装置からの信号は、サーキュレータ109を経て高周波回路111に入力され、ベースバンドのスペクトル拡散信号 $R_x$ に変換される。上記ベースバンドのスペクトル拡散信号 $R_x$ は、セル内に位置している各端末装置に対応付けられた変復調装置105-1、105-2、……105-Nに入力され、ここで逆拡散処理と復号処理を施すこ

とによって、各端末毎の送信信号（受信データ）112と、端末から上記送信信号に混合して送信してきた電力制御信号PCとが分離される。

【0010】各変復調装置105-i ( $i=1\sim N$ )から出力された電力制御信号PCは、送信電力制御装置116に入力される。送信電力制御装置116は、各電力制御信号PCに応じて、各端末装置毎の送信電力指示信号PWを発生する。

【0011】上記変復調装置105-i ( $i=1\sim N$ )は、各端末装置毎の送信データ101に対して、それぞれ符号化処理と、疑似雑音(PN)発生器103で発生した基地局に固有の疑似雑音PNおよび直交符号発生器102から発生した直交符号 $W_1$ 、 $W_2$ 、 $W_3$ 、…… $W_N$ を用いたスペクトル拡散による変調処理とを施す。スペクトル拡散により変調された信号は、送信電力制御装置116から与えられた各端末装置対応の送信電力指示信号PW $i$ に従った電力で増幅され、送信信号 $T_x-i$  ( $i=1\sim N$ )として出力される。

【0012】104はパイロット信号の発生装置であり、単純なパターンデータ、例えばオールゼロからなるデータを発生する。このパイロット信号は、疑似雑音発生器103から発生される基地局に固有の疑似雑音PNと、直交符号発生器102から発生される特定の直交符号 $W_0$ を用いてスペクトル拡散変調された後、パイロット信号として出力される。

【0013】各端末毎の送信信号 $T_x-i$  ( $i=1\sim N$ )は、継続接続された加算器107 ( $107-0$ 、 $107-1$ 、……)によって順次加算された後、上記パイロット信号と共に高周波回路108で伝送周波数帯域の信号に変換され、サーキュレータ109、アンテナ109を経て空中に送出される。

【0014】図13は、図12における変復調装置105-i ( $i=1, 2, \dots, N$ )の構成の1例を示す。変復調装置105-iに入力された送信データ101は、符号化装置201に入力され、誤り訂正等の符号化処理を受ける。上記符号化された信号は、乗算器202によって、直交符号発生器102から与えられた直交符号 $W_i$ と乗算され、第一次のスペクトル拡散を受け、次に、乗算器203によって疑似雑音信号PNと乗算され、第二次のスペクトル拡散を受ける。このようにスペクトル拡散された信号は可変利得増幅器204に入力され、送信電力指示信号PW $-i$ で指定された利得で増幅され、送信信号 $T_x-i$ として出力される。

【0015】一方、変復調装置105-iに入力された受信信号 $R_x$ は、乗算器205に入力され、後述する上記信号 $R_x$ の送信元となった端末装置でスペクトル拡散のために用いた疑似雑音PNと同じ、疑似雑音発生器206で発生した疑似雑音PNを用いて逆拡散処理を受ける。逆拡散された信号は乗算器207に入力され、一定時間分の信号が累算される。この累算された逆拡散信号

は、復号器208に入力されて誤訂正等の復号処理を受け、復号された受信データ112と、端末装置が送信してきた電力制御信号PC-iとに分離して出力される。

【0016】図14は、従来の端末装置が備える送受信回路部分の構成を示す。端末装置において、アンテナ301から受信された信号は、サーキュレータ302を経て高周波回路303に入力され、ベースバンドのスペクトル拡散信号に変換される。

【0017】上記ベースバンドのスペクトル拡散信号は、第1の乗算器304に入力され、疑似雑音発生器305から発生した疑似雑音PNと乗算され、第一次の逆拡散処理を受ける。上記疑似雑音PNは、端末装置を基地局に位置登録した時、上記基地局のPN発生器103で発生する固有の疑似雑音PNと同一となるように雑音パターンが設定されている。

【0018】上記第一次の逆拡散処理を受けた信号は、第2の乗算器307に入力され、直交符号発生器306から発生する上記端末に割り当てられた直交符号Wiと乗算され、第二次の逆拡散処理を受ける。上記第二次の逆拡散処理を受けた信号は、累算器308に入力され、一定時間分の信号が累算される。累算された信号は、復号器309によって復号化され、受信データとなる。

【0019】従来技術によれば、各端末装置では、受信信号の振幅に関する確率密度分布において、分散が雑音電力に相当し、平均が信号振幅に相当することを利用して、受信信号のS/Nを測定している。

【0020】このS/N測定のために、従来技術では、累算器308の出力を絶対値演算器328に入力して得られる絶対値と、上記累算器308の出力を自乗演算器325に入力して得られる自乗値とを、S/N測定器329に供給している。上記S/N測定器329では、自乗値入力の平均値と、絶対値入力の平均の自乗値との差から雑音電力を求め、絶対値入力の平均の自乗値から信号電力を求めることによってS/Nを測定し、その結果を比較器330で、S/Nの基準値と比較し、基地局に送信電力増減を要求するための電力制御信号PC-iを得ている。

【0021】上記電力制御信号PC-iは、混合器317で端末からの送信データと混合した後、符号化器318で誤訂正等の符号化処理を施し、この符号化された信号を乗算器320に与え、疑似雑音発生器319から発生された疑似雑音と乗算することによってスペクトル拡散変調する。スペクトル拡散変調された信号は、高周波回路321で伝送周波数帯域の信号に変換された後、サーキュレータ302を介してアンテナ301に出力され、空中に送出される。

【0022】以上の構成により、端末は基地局からの自端末に対する送信信号の受信S/Nを基地局に通知し、基地局は端末の受信S/Nが目標S/Nとなるように送

信電力を制御する。

【0023】

【発明が解決しようとする課題】 上述した従来のスペクトル拡散通信システムでは、各端末装置は、基地局が自宛に送出した信号のみに基づいてS/Nを測定している。すなわち、逆拡散して得られる受信信号の振幅の分散を雑音電力とみなし、上記信号の振幅の平均値の自乗を信号電力とみなしてS/Nを測定している。

【0024】然るに、上記従来のS/N測定の原理は、雑音があれば信号の振幅が一定となることを前提としているが、移動通信システムにおいては、各端末装置の受信信号の振幅が、端末の移動に伴って激しく変動する。従って、各端末で信頼できるS/N測定結果を得るためには、受信信号の振幅幅が一定とみなせる程度の比較的短い期間内に測定を完了する必要がある。このため、従来の端末装置では、S/N測定回路系325～329に極めて高速性能の回路が要求される。もし、回路性能の制約からS/N測定に時間を要する場合は、正しいS/N測定結果が得られないため、端末からの電力制御信号に基づいて、基地局が適切な電力制御を実現できないという問題がある。

【0025】この場合、S/N測定結果の誤差を考慮して、基地局が、セル内の各端末に必要以上に大きな電力で信号を送信すると、送信信号は隣接セルに高い電力で侵入し、隣接セル内の端末に強い妨害電波として作用する。一方、基地局が、実際に端末が必要とする電力より小さな電力で送信動作すると、これを受信した端末における通信品質が悪化するという問題がある。

【0026】なお、基地局からの送信信号の電力制御方法としては、例えば、各端末装置が、上述した受信信号のS/Nの代わりに受信データの誤り率を監視し、誤り率が所定の基準に満たない場合に、基地局に送信電力の増加を要求する方式が考えられるが、この方式は、データの誤り率の算出に比較的時間の監視が必要となるため、電力制御を通信状態の変動に十分に追従できないという問題がある。

【0027】本発明の目的は、各端末装置が高いS/Nで基地局と通信できるスペクトル拡散通信システムおよび電力制御方法を提供することにある。

【0028】本発明の他の目的は、各セルにおける同時通信数を増加可能なスペクトル拡散通信システムおよび電力制御方法を提供することにある。

【0029】本発明の他の目的は、基地局に送信すべき電力制御のための制御情報を迅速に算出可能な移動端末装置を提供することにある。

【0030】

【課題を解決するための手段】 上記目的を達成するために、本発明のスペクトル拡散通信システムでは、基地局が、スペクトル拡散のための直交符号系列のうちの少なくとも1つを、パイロット信号や端末に対する送信信号

の変調には適用しない、電力制御に専用の符号として割当てることを1つの特徴とする。

【00331】また、本発明では、各端末装置（移動端末）が、受信信号を上記基地局でS/N計測用に割り当てた直交符号により逆拡散した結果得られるノイズ成分の受信電力と、パイロット信号または自端末宛の送信信号のうちの少なくとも一方の受信電力とから、受信信号のS/Nを求めることを1つの特徴とする。

【00332】本発明のスペクトル拡散通信システムでは、各端末装置が、このようにして求めたS/Nの値に基づいて得られた電力制御情報を基地局に送信し、基地局が、端末装置から受信した上記制御情報に応じて、各端末装置に対する信号の送信電力を制御する。

【00333】

【作用】基地局から送出される全ての信号成分は上記制御専用の直交符号と直交しているため、基地局が上記制御専用の直交符号を送信信号の変調に適用しないようにしておき、各端末装置が上記制御専用の直交符号を用いてそれぞれの受信信号を受信拡散処理するようにしておくと、各端末装置では、受信信号からセル内の基地局が送出した各種の信号成分を完全に除去することができる。この場合、他のセルの基地局から送出された信号は、上記逆拡散に用いた特定符号と直交していないため、逆拡散処理で除去されず、雑音成分として残る。従って、上記逆拡散処理によって抽出された雑音成分の自乗平均を求めることによって、雑音電力を迅速、且つ十分な精度で測定することができる。

【00334】一方、基地局から送られた信号成分は、各端末に割り当てられた直交符号、またはパイロット信号用に割り当てられた直交符号で受信信号を逆拡散することによって得られるため、その電力値と上記雑音電力とから、S/N値を求めることができる。

【00335】本発明によれば、各端末が上記S/N値に応じた電力制御要求を基地局に通知し、基地局が、各端末からの制御要求に基づいて各端末毎の信号送信電力を制御することによって、各端末装置の通信品質を保証することができる。

【00336】なお、上記信号送信電力の制御を、例えば、全ての端末でS/Nが等しくなるように制御すると、各基地局の送信電力の総和を減少することができるため、結果的に、隣接セルに悪影響を及ぼす雑音電力の値を低下でき、これによって各端末におけるS/Nを一層改善できるという効果がある。

【00337】

【実施例】図1は、本発明のスペクトル拡散通信システムにおける基地局の構成の1例を示す。図において、従来技術として図12に示した基地局の構成要素と対応する要素には、同一の符号を付してある。

【00338】上記本発明の基地局動作は、前述の従来技術による基地局とほぼ同様であるが、後述するように、

直交符号発生器102から出力される直交符号のうち、任意の1つ、この実施例ではWNが、端末に対する送信データの変調用途から除外され、S/N測定専用に割り当てられていると言う点で相違している。

【00339】図3は、本発明における端末装置の第1の実施例を示す。図において、回路要素301～309は、図14に示した従来の端末装置の構成要素301～309と対応しており、これらの要素からなる受信回路では、従来装置と同様、乗算器304で疑似雑音PNによる第1次の逆拡散を受けた受信信号が、乗算器307で直交符号W1によって第2次の逆拡散を受け、端末宛の受信データとして復号される。

【0040】この実施例では、上記乗算器304で第1次の逆拡散を受けた受信信号を乗算器313と310に入力する。乗算器303に入力された信号は、直交符号発生器306から発生される直交符号W0によって第2次の逆拡散を受ける。上記直交符号W0は基地局が周期的に出力するパイロット信号の拡散用直交符号と対応しており、上記直交符号W0により逆拡散した信号を乗算器314に入力し、一定期間累算することによって、パイロット信号を復調することができる。上記パイロット信号は、自乗器315で自乗され、パイロット信号成分の瞬時電力を示す信号となってS/N測定回路316の第1端子に入力される。

【0041】一方、乗算器310に入力された受信信号は、直交符号発生器306より発生されたS/N測定専用の直交符号WNによって第2次の逆拡散を受け、逆拡散された信号は、累算器311に入力されて一定期間累算される。上記直交符号WNは、基地局で送信信号の変調には用いない特定の直交符号となっているため、この直交符号による逆拡散処理の結果、上記基地局からの送信信号成分を完全に除去し、雑音に相当する成分を抽出できる。従って、乗算器311の出力を累算器311で一定期間累算し、これを自乗器312において自乗演算することによって、雑音成分の瞬時電力を得ることができる。

【0042】上記雑音成分の瞬時電力は、S/N測定回路316の第2端子に入力され、前記パイロット信号成分の瞬時電力との比率を算出することによって、パイロット信号のS/Nを示す信号が求まる。本実施例では、上記S/N信号を比較器330において基準S/Nと比較し、基準S/Nとの偏差を示す電力制御信号PCを得ている。この電力制御信号PCは、混波器317で送信データと混合した後、符号化器318で符号化し、乗算器320において疑似雑音発生器319から発生した疑似雑音によりスペクトル拡散変調を施した後、高周波回路321、サーキュレータ302、アンテナ301を介して基地局に向けて送信される。

【0043】図4は、端末装置の第2の実施例を示す。この実施例では、図3における比較器330を省略し、

S/N測定回路から出力されるS/N情報をそのまま電力制御信号SNとして扱い、混合器317で送信データと混合した後、符号器318、乗算器320、高周波回路321、サーキュレータ321を介して送信するようにしている。

【0044】図1に示した基地局100では、各変復調装置105-i (i=1~N-1)が、それと対応する各端末装置からの受信信号を受信データと電力制御信号とで分離し、電力制御信号を送信電力制御装置106に与えるようになっている。各端末が第1実施例の構造の場合は、電力制御信号PCが分離され、各端末が第2実施例の構造の場合は、電力制御信号SNが分離される。上記送信電力制御装置106は、電力制御信号PCまたはSNに応じて、各変復調装置105-iに与えるべき送信電力指示信号PWを発生する。

【0045】上記変復調器105-1の構成を図2に示す。回路要素201~207は、図13に示した従来の変復調装置の回路要素201~207と対応している。

【0046】端末装置からの受信信号Rxは、乗算器205で疑似雑音信号によって逆拡散され、累算器207で一定期間累積された後、誤り訂正復号器508に入力される。ここで、誤り訂正後の復号処理が行われ、復号された信号から、受信データ112と、電力制御信号SN-iまたはPC-iが分離される。

【0047】端末装置が第1実施例の構成をもつ場合、各変復調装置105-iにおいて分離した電力制御信号PC-iを、従来と同様の構成をもつ送信電力制御装置106に入力し、各端末の受信S/Nが標準S/Nに一致するように、送信電力指示信号PW-iを発生すればよい。

【0048】図5は、端末装置が第2実施例の構成を有し、変復調装置105が制御信号SN-i (i=1~N-1)を出力する場合の送信電力制御装置106の構成の1例を示す。

【0049】電力制御信号SN-iは、各端末と対応するローパスフィルタ401-i (i=1~N-1)に入力され、必要以上に高い周波数で変動する高周波成分を除去した後、逆数演算器402-i (i=1~N-1)でS/N値の逆数に相当する信号に変換される。上記逆数演算器402-iの出力は、加算器403において加算された後、加算結果が逆数演算器404で再度逆数変換される。逆数演算器404の出力は、乗算器405-i (i=1~N-1)に供給され、逆数演算器402-i (i=1~N-1)の出力との乗算が行われ、その演算結果が各端末毎の送信電力指示信号PW-i (i=1~N-1)として出力される。この場合の送信電力指示信号PW-iは、送信電力の重み係数を表しており、端末装置のS/N値が低ければ低い程、送信電力が他の端末より高くなるように信号PW-iの値が決定される。

【0050】上記送信電力指示信号PW-iは、それと

対応する図2に示す変復調装置105-iに供給される。変復調装置105-iにおいて、上記送信電力指示信号PW-iは、送信回路系の増幅器204で電力制御入力として入力され、これによって、各端末装置のS/Nの状態に応じた電力で、送信信号が出力される。

【0051】以上の構成において、基地局から送信されるパイロット信号と、基地局から各端末装置に送信される送信信号(データ信号)は、同一の周波数帯域で略同時点で送出されているため、基地局からの距離に応じて各端末装置の受信データ信号に生ずる減衰は、パイロット信号に生ずる減衰と略等しい。また、パイロット信号とデータ信号に生ずる雑音電力は等しい。

【0052】従って、上記実施例のように、各端末装置が、パイロット信号の受信電力と、その時点でS/N計測用直交符号を用いて抽出した雑音電力とに基づいてS/Nを計測し、これを電力制御信号(PCまたはSN)として基地局に送り、基地局が上記電力制御信号に基づいて、各端末対応にS/Nに反比例した送信電力でデータ信号を送信制御することによって、各端末における受信信号のS/Nを等しくすることができる。

【0053】図16は、本発明によって各端末のS/Nが等しくなるように送信電力制御を行った場合の効果を示す図である。本発明によれば、セルの境界付近に位置する端末Aに対する信号の送信電力に比較して、基地局付近に位置する端末Bに対する信号の送信電力が小さくなるように電力制御が行われるため、端末A、Bにおける信号の受信電力は、それぞれ920、922のようになる。

【0054】上述した電力制御は、各セルに隣接したセルにおいても同様に行われ、各基地局のトータルの送信電力を減少させる方向に制御が働くため、各セルにおいては、隣接セルからの妨害電波のパワーが減少し、基地局に近い端末に他のセルの基地局から到達する妨害信号の受信電力は921のようになり、また、セル境界の端末に到達する妨害信号の受信電力は923のようになりそれぞれ低減する。この電力低減の効果は、例えば、正六角形のセルが繰り返して配置された構造を持つスペクトル拡散通信システムにおいては、約7.4dBに相当する。また、妨害信号の電力が低減された分、各セルにおいて同時に通信可能な端末台数(基地局が収容する端末個数)を増加でき、最大で従来の約5.5倍に増加できる。なお、上述した電力制御は、開ループ制御となっているため、安定した制御が行われる。

【0055】図6は、本発明による端末装置の第3の実施例を示す。この実施例では、S/Nの測定を、上述したパイロット信号に代えて、各端末宛の送信信号(データ信号)の受信電力と、雑音信号の受信電力とから求めるようにしている。図において、図4と同一の回路要素には同一の符号を付してあり、これらの回路要素は図4と同様の機能をもつ。



【0056】本実施例では、直交符号 $W_i$ で逆拡散された端末宛の送信信号を乗算器308で一定期間累算し、その出力を復号器309に入力する一方、これを自乗器325に入力して受信信号の瞬時電力を得、この受信信号の瞬時電力を $S/N$ 測定装置326の第2入力とする。上記 $S/N$ 測定装置326の第1入力には、直交符号 $W_i$ で逆拡散して自乗器312から出力される雑音の瞬時電力を与え、これによって受信信号の $S/N$ を求める。上記受信信号の $S/N$ は、電力制御信号 $SN=i$ として混合器317で送信データ信号と混合された後、符号化回路318、乗算器320、高周波回路321を介して、アンテナ301から送出される。

【0057】尚、上記受信信号 $S/N$ は、第1実施例と同様に、基準 $S/N$ との差分をとり、電力制御信号 $PC$ として基地局に送信してもよい。

【0058】図7は、基地局の信電力制御装置106の他の実施例を示す。この実施例では、各変復調装置105 $i$  ( $i=1\sim N-1$ )で分離した電力制御信号 $SN-i$  ( $i=1\sim N-1$ )を、ローパスフィルタ601- $i$  ( $i=1\sim N-1$ )に入力し、必要以上の高周波変動成分を除去した後、比較器603- $i$  ( $i=1\sim N-1$ )で、目標値 $S/N$ 発生回路602から出力される $S/N$ 目標値との差を求め、各端末毎に、実際の $S/N$ と目標 $S/N$ との差を積分器604- $i$  ( $i=1\sim N-1$ )で積分する。上記各積分器の出力が、各端末に対する送信電力指示信号 $PW-i$  ( $i=1\sim N-1$ )として、図2に示す出力増幅器204に与えられる。この送信電力指示信号によって、全ての端末での $S/N$ が等しくなるように送信信号の電力が制御される。本実施例の場合も閉ループ制御となっており、各端末の $S/N$ は、伝送系に多少の非線形性が存在していても、目標 $S/N$ に一致するように制御される。

【0059】図8は端末装置の第4の実施例を示す。この実施例では、図3で説明した第1の実施例における $S/N$ 測定装置316と、図6で説明した第3の実施例における $S/N$ 測定装置326とが併用されている。すなわち、 $S/N$ 測定装置316からはパイロット信号の $S/N$ 情報が得られ、 $S/N$ 測定装置326からは受信信号の $S/N$ 情報が得られる。これら2種類の $S/N$ 情報は、混合器327で送信データと混合され、符号化回路318、乗算器320、高周波回路321、サーキュレータ302、アンテナ301を介して送出される。

【0060】図9は、端末装置が上記第4実施例の構成をもつ場合の基地局における送信電力制御装置106の構成を示す。基地局において、各変復調装置105- $i$ は、端末装置が送ってきた2種類の電力制御信号、すなわち、パイロット信号の $S/N$  ( $S/N-i p$ )と、受信信号の $S/N$  ( $S/N-i d$ )とを分離して出力する。

【0061】このうち、パイロット信号の $S/N$ である

$SN-i p$  ( $i=1\sim N-1$ )は、回路要素401- $i$ 、402- $i$ 、403、404、405- $i$ からなる図5に示した回路と同様の回路構成で、各端末に対する送信電力の第1の重み値を生成する。一方、受信信号の $S/N$ である $SN-i d$  ( $i=1\sim N-1$ )は、回路要素601- $i$ 、602、603- $i$ 、604- $i$ からなる図7に示した回路と同様の回路構成で、各端末に対する送信電力の第2の重み値を生成する。上記第2の重み値を、第1の重み値に補正値として作用させることによって、各端末毎の送信電力指示信号 $PW-i$  ( $i=1\sim N-1$ )が得られる。ここで、ローパスフィルタ601- $i$ の時定数は、ローパスフィルタ401- $i$ の時定数よりも十分大きな値に設定しておく。

【0062】上述した各実施例によれば、端末装置の位置が基地局に近く、基地局からの信号の受信状態が非常に良い場合、この端末に対する送信電力が非常に小さくなってしまふ可能性がある。この場合は、端末に対する送信電力に下限値を設定しておき、送信電力が所定値以下に下がらないように制御すればよい。

【0063】

【発明の効果】本発明によれば、各端末装置において $S/N$ を迅速に測定することができるため、これを電力制御信号として基地局に送信し、基地局が上記電力制御信号に基づいて各端末宛の信号の送信電力を制御することによって、各端末における $S/N$ が略等しくなるようにすることができる。この結果、各セルにおける基地局からの端末宛の信号の送信電力の総和を必要最小限に抑えることが可能となり、隣接セルにノイズとして作用する妨害電波の電力を低減でき、各セルにおける収容端末個数の増加が可能となる。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明の通信システムにおける基地局装置の構成の1例を示す図。

【図2】上記基地局装置の変復調装置105- $i$ の詳細を示す図。

【図3】本発明の通信システムに適用する端末装置の第1の実施例を示す構成図。

【図4】本発明の通信システムに適用する端末装置の第2の実施例を示す構成図。

【図5】基地局装置の送信電力制御装置の第1の実施例を示す図。

【図6】本発明の通信システムに適用する端末装置の第3の実施例を示す構成図。

【図7】基地局装置の送信電力制御装置の第2の実施例を示す図。

【図8】本発明の通信システムに適用する端末装置の第4の実施例を示す構成図。

【図9】基地局装置の送信電力制御装置の第3の実施例を示す図。

【図10】本発明の移动通信システムの全体構成を示す

図。

【図 1 1】スペクトル拡散に用いる直交符号の 1 例を示す図。

【図 1 2】従来の技術における基地局装置の構成を示す図。

【図 1 3】従来の技術における基地局装置の変復調装置の構成の 1 例を示す図。

【図 1 4】従来の技術における端末装置の構成の 1 例を示す図。

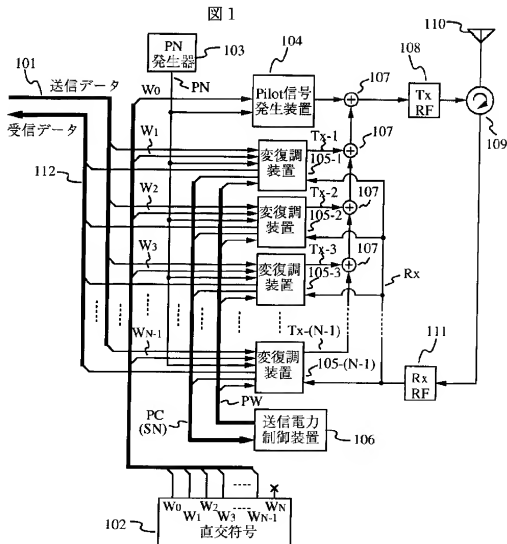
【図 1 5】従来の通信システムにおけるセル内の基地局からの信号成分と他のセルからの妨害成分との関係を説明するための図。

【図 1 6】本発明の通信システムにおけるセル内の基地局からの信号成分と他のセルからの妨害成分との関係を説明するための図。

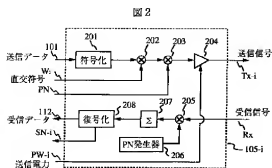
【符号の説明】

104：パイロット信号発生装置、105：変復調装置、106：送信電力制御装置、102、306：直交符号発生装置、201、318：符号化器、202：第一次の拡散を行う乗算器、204：送信電力調整用可変利得増幅器、205：逆拡散を行う乗算器、207、308、311、314：累算器、208、309：復号器、304：第一次の逆拡散を行う乗算器、307、310、313：第二次の逆拡散を行う乗算器、328：絶対値演算器、312、315、325：自乗演算器、320：符号拡散のための乗算器、316、326、329：S/N測定装置、330：比較器、317、327：混合器、401、601：ローパスフィルタ、402、404：逆数演算器、603：加算器、604：積分器。

【図 1】



【図2】



【図3】

【図13】

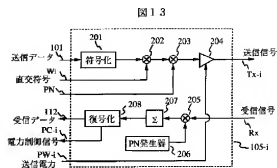
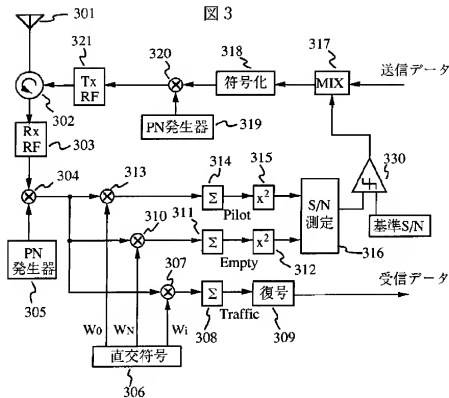


図3



【図15】

【図16】

図15

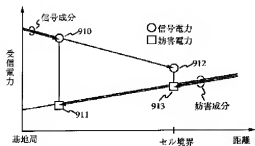
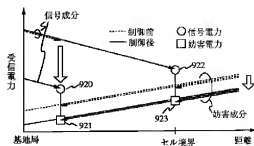
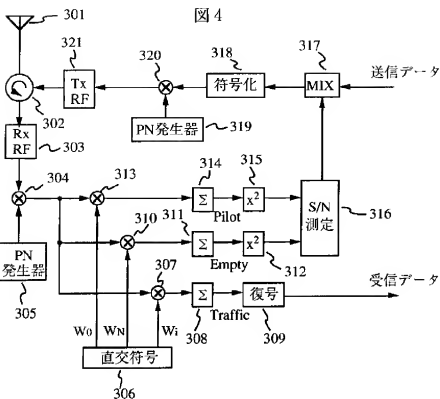


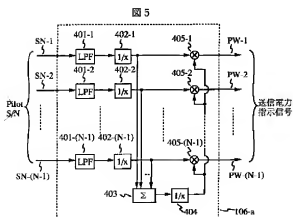
図16



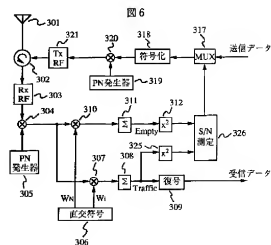
【図4】



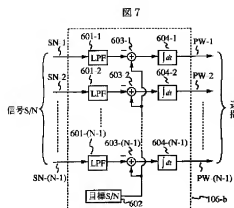
【図5】



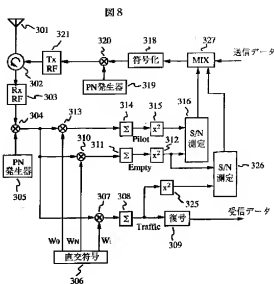
【図6】



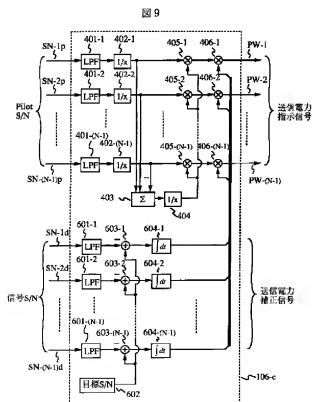
【図 7】



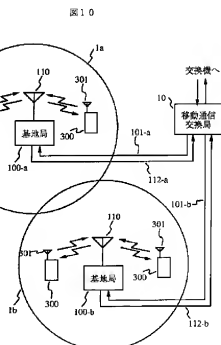
【図 8】



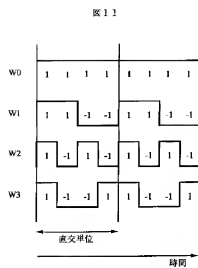
【図 9】



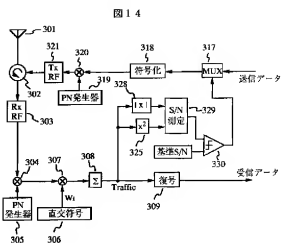
【図 10】



【図11】



【図14】



【図12】

図12

